

УДК 677.494.674

**Н. В. Кузьменкова** (natasha\_k\_03w@mail.ru),  
канд. техн. наук, ст. преподаватель

**Е. П. Багрянцева** (ger07@mail.ru),  
канд. техн. наук, доцент

Белорусский торгово-экономический  
университет потребительской кооперации  
г. Гомель, Республика Беларусь

## **ЗАЩИТА ДОКУМЕНТОВ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ В БУМАЖНЫЙ НОСИТЕЛЬ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНЫХ ВОЛОКОН**

Разработана технология прерывистого модифицирования ПЭТ-волокон по механизму крейзинга люминесцентными красителями; получены опытные образцы волокон, модифицированных люминесцентными красителями, показано, что разработанные волокна отличаются повышенными защитными свойствами, поскольку кроме люминесценции в УФ-свете обладают дополнительными защитными признаками (прерывистая окраска, специфическая структура поверхности).

The technology of the intermittent modification of PET fibers on the crazing mechanism by fluorescent dyes; obtained the experimental samples of fibers modified by fluorescent dyes; showed that developed fiber has more higher protective properties because has additional security features (dashed coloring specific, surface structure) in addition to the luminescence in UV light.

*Ключевые слова:* защита от подделки; крейзинг полимеров; полиэтилентерефталатные волокна; люминесцентные свойства.

*Key words:* protection against forgery; crazing of polymers; polyethylene terephthalate fibers; luminescent properties.

Ценные бумаги – документы, удостоверяющие какое-либо имущественное право, реализация которого возможна только при условии их предъявления. Такие документы можно рассматривать как особый товар, который обращается на специфическом рынке ценных бумаг. Как любой товар, ценная бумага обладает потребительной стоимостью и меновой стоимостью, однако ее главным свойством является способность удостоверять имущественные права, осуществление или передача которых возможны только при ее предъявлении. В настоящее время на отечественном и мировом рынках находятся в обращении тысячи видов разнообразных ценных бумаг и документов. Развитие и широкое распространение полиграфических технологий стимулирует увеличение количества подделок. По оценкам международных организаций, потери от подделок ценных бумаг и документов в мире составляют сотни миллиардов долларов США в год.

Система защиты документа закладывается в процессе его производства, начиная с разработки оригинального макета, выбора технологического процесса, материалов для изготовления бумажного полотна, способа нанесения печати и т. д. В мировой практике используются многоуровневые системы защиты, включающие комплекс методов и средств, обеспечивающий нецелесообразность подделки ценных бумаг.

Минимизировать риск любого из известных видов фальсификации, включая самые совершенные аналоговые методы, позволяет защита бумажного полотна. Бумажный носитель защищают путем введения в бумажную массу защитных волокон, нитей, плашек, специальных химических добавок, нанесением на поверхность бумаги водяных знаков и др. [1]. Простым и эффективным способом защиты бумажного носителя является введение в бумажную массу специальных волокон.

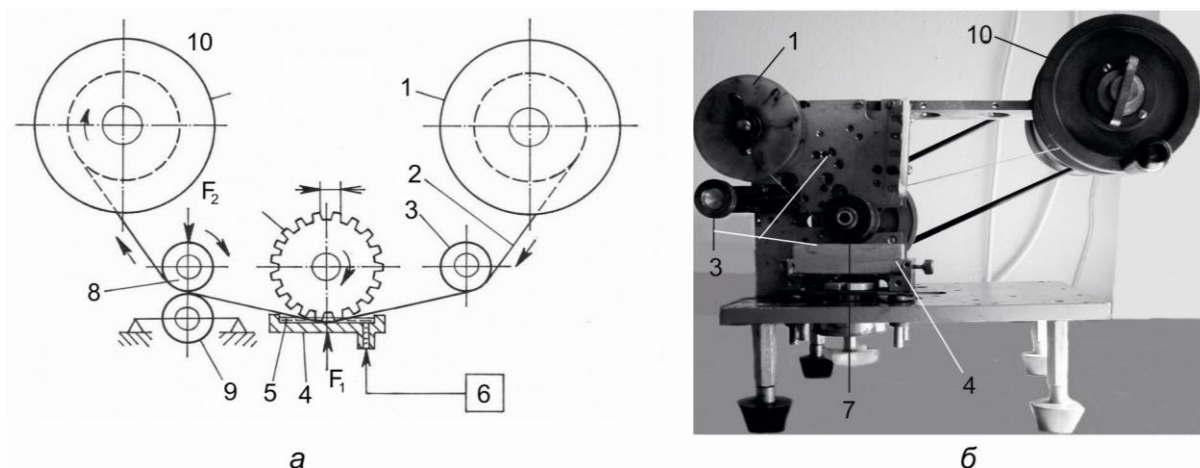
Защитные волокна представляют собой видимые или невидимые (визуализируемые в УФ- и ИК-излучении, детектируемые химическими реагентами или термообработкой) волокна, которые вводят в структуру бумаги на стадии изготовления [2]. Они представляют собой короткие отрезки волокна длиной 3–6 мм, хаотично распределенные в целлюлозной массе.

Традиционными способами получения люминесцентных волокон являются введение красителя в расплав полимера с последующим формованием волокна, а также обработка волокна красителем в жидкостной красильной ванне. Первый способ обеспечивает устойчивую окраску волокна, но требует высоких затрат электроэнергии, а выбор люминесцентных красителей, способных выдерживать высокую температуру обработки, ограничен. При втором способе краситель наносится лишь на поверхность волокна. Люминесцентные красители не имеют достаточного сродства к синтетическим волокнам, поэтому краситель недостаточно прочно закрепляется на волокне. Актуальной становится

задача разработки способа крашения, который сочетал бы высокую стойкость окраски с широким ассортиментом применяемых красителей. Этим условиям в наибольшей мере соответствует введение красителя в волокна по механизму крейзинга, позволяющему ввести и закрепить в поверхностном слое волокна практически любые виды модифицирующих добавок.

Нами были разработаны полиэтилентерефталатные волокна (ПЭТ-волокна), прерывисто модифицированные люминесцентными красителями по механизму крейзинга, позволяющие повысить надежность защиты документов от подделки за счет придания волокнам прерывистой окраски и люминесценции в УФ-свете, специфической структуры поверхности. Для получения волокон с прерывистой окраской модифицированием по механизму крейзинга было разработано и изготовлено оригинальное устройство (рисунок).

#### Устройство для прерывистого модифицирования волокон



Условные обозначения:

- a* – схема; *б* – внешний вид; 1 – бобина; 2 – жгутик волокон;  
3 – направляющий ролик; 4 – ванна; 5 – модифицирующая жидкость;  
6 – узел подготовки, термостатирования и дозирования уровня жидкости;  
7 – зубчатый валок; 8, 9 – пара гладких валков; 10 – приемная бобина

Устройство содержит зубчатый валок, шаг зубьев которого определяет длину окрашенного участка волокна, и пару гладких валков для транспортирования и вытяжки волокон. Зона контакта зубчатого валка с контртелом, которым служит дно ванны, погружена в модифицирующую жидкость, содержащую люминесцентный краситель. Точка, в которой начинается образование крейзов, находится на выходе волокна из контакта «зубчатый валок-контртело».

Когда волокно прижато зубом к контртелу, степень вытяжки оптимальна для образования крейзов, и участок волокна на выходе из контакта окрашивается. Если волокно находится в промежутке между зубьями, степень его вытяжки меньше, чем необходимо для крейзообразования, и участок волокна между позициями, в которых волокно было прижато к контртелу соседними зубьями, остается неокрашенным. Устройство позволяет получить волокна с чередованием окрашенных и неокрашенных или окрашенных в разные цвета участков.

Преимуществом разработанных нами волокон, в отличие от применяемых в настоящее время защитных волокон отечественного производства, является, помимо люминесцентных свойств, наличие у них дополнительных защитных признаков – прерывистой окраски и чередования участков переменного сечения по длине волокна.

Устройство обеспечивает прерывистую с шагом 1–3 мм окраску волокна в процессе его вытяжки.

Выбор оптимальной толщины (линейной плотности) жгутика осуществляли визуальным органолептическим анализом. Жгуты линейной плотностью 14,85, 29,7, 64,02, 76,56, 95,7, 131,01 и 196,68 текс, окрашенные в люминесцентных растворах, рассматривали при дневном освещении и при облучении УФ-светом. Установлено, что чем меньше линейная плотность, тем равномернее окраска волокон в жгуте и их люминесценция в УФ-свете. При линейной плотности свыше 64,02 текс на поверхности волокон заметны участки с различной яркостью окрашивания. При окрашивании жгутиков линейной плотностью 19,8 текс и менее краситель распределяется равномерно, однако

повышается вероятность обрыва волокон в процессе модифицирования. Таким образом, оптимальной линейной плотностью жгутика при окрашивании по механизму крейзинга на используемом устройстве является 29,7 текс  $\pm$  1,65 текс (90–100 филаментов).

Волокна модифицировали на разработанном устройстве растворами люминесцентных красителей (родамин С, оксазин 17, феналемин, флуоресцеин, эозин Н). Вид красителя оказывает влияние на такие важные защитные свойства волокон, как цвет волокна, цвет и интенсивность люминесценции. Результаты окрашивания полиэтилентерефталатных волокон разными видами органических люминесцентных красителей приведены в таблице ниже.

**Результаты окрашивания полиэтилентерефталатных волокон композициями люминесцентных красителей**

Краситель	Адсорбционно-активная среда (ААС)	Концентрация красителя в ААС	Цвет окрашенного волокна	Цвет люминесценции окрашенного волокна
Феналемин 160	2-пропанол	0,5	Светло-фиолетовый	Сиренево-розовый
Оксазин 17			Темно-розовый	Розовый
Родамин С			Красновато-розовый	Оранжево-розовый
Эозин Н			Кораллово-розовый	Оранжевый
Флуоресцеин			Желтый	Желтовато-зеленый

Длина используемых волокон влияет, с одной стороны, на прочность и защитные свойства изготавливаемой бумаги, а с другой – на протекание процесса диспергирования волокон в воде. Чем длиннее волокна, тем выше показатели прочности бумаги, однако с увеличением длины значительно затрудняется диспергирование волокон в воде и повышается вероятность образования агломератов. Модифицированные волокна резали на отрезки длиной 3–7 мм. Такая длина признана оптимальной для защитных волокон, поскольку не усложняет процесс их диспергирования в воде. С другой стороны, достаточно легко определить наличие волокон такой длины в составе бумажного носителя визуально, применив просмотровую лупу или УФ-лампу.

Для предотвращения сплавания или сцепления концов люминесцентное ПЭТ-волокно перед резкой пропитывали 85%-ным раствором глицерина. Глицерин представляет собой поверхностно-активное вещество с высокой гигроскопичностью. Пропитка синтетического волокна глицерином облегчает процесс его резки, улучшает смачиваемость ПЭТ-волокон и в некоторой степени препятствует сближению частиц до расстояния, на котором начинают преобладать силы сцепления, что снижает степень агрегатирования волокон при их диспергировании.

Влияние введения разработанных люминесцентных ПЭТ-волокон на отдельные потребительские свойства наполненной ими бумаги оценивали в исследовательской лаборатории унитарного предприятия «Бумажная фабрика Гознака» (г. Борисов).

Навеску волокон массой 1 г диспергировали в 124 мл воды, затем вводили в бумажную массу со следующими параметрами:

- композиционный состав: 60% целлюлозы сульфатной лиственной беленой, 40% целлюлозы сульфатной хвойной беленой;
- степень помола – 27 °ШР;
- длина волокон – 55 дг;
- концентрация – 3%.

Лабораторные образцы 1 м<sup>2</sup> бумаги массой 70 г изготавливали на листоотливном аппарате. Оценивали поведение волокон при диспергировании и введении в бумажную массу. Поверхность изготовленных лабораторных отливок, наполненных разработанными видами волокон, изучали с использованием лупы и осматривали при облучении УФ-светом. Затем исследовали влияние разработанных волокон на отдельные показатели печатных свойств бумаги.

При производстве бумаги, наполненной окрашенными синтетическими волокнами, не допускается миграция красителя с поверхности волокна в бумажную массу. Для того чтобы оценить возможность миграции красителя, измеряли и сравнивали белизну контрольных образцов бумаги и образцов, содержащих разработанные люминесцентные волокна. Контрольные образцы бумаги имеют показатель белизны 78,72%. Образцы бумаги, наполненной волокнами, модифицированными Род<sub>С</sub> и Окс<sub>17</sub>, характеризуются показателем белизны 78%. Белизна бумаги, наполненной волокнами, окрашенными Фен<sub>160</sub> и Э<sub>Н</sub>, составила 78,12%. Бумага, наполненная волокнами, окрашенными Фл, имеет белизну 79%. Таким образом, можно сделать вывод, что введение в бумажную массу

разработанных люминесцентных волокон не оказывает существенного влияния на белизну готовой бумаги, т. е. миграция красителя с поверхности волокна в бумажную массу отсутствует. Относительно низкое значение показателей белизны образцов бумаги объясняется низким качеством воды, использованной при их изготовлении.

Важными потребительскими свойствами любого вида бумаги для печати, в том числе документной, являются ее печатные свойства. Одним из наиболее значимых показателей печатных свойств является стойкость поверхности к выщипыванию.

Стойкость поверхности бумаги к выщипыванию определяли по методу Деннисона. Образцы бумаги перед испытанием подвергали проклейке 6%-ным раствором поливинилового спирта. Использовали стандарты Деннисона под номерами 11а, 12а, 13а, 14а и 16а. Видимые повреждения поверхности бумаги наблюдались при использовании стандартов Деннисона с номерами 13а и выше. Стойкость к выщипыванию поверхности контрольного образца бумаги не определяли, поскольку в его состав не входят синтетические волокна, которые могут негативно влиять на печатные свойства.

При экспертизе качества люминесцентные полиэтилентерефталатные волокна должны соответствовать требованиям соответствующих технических нормативных правовых актов и специалистов в области защиты документов от подделки.

Установление подлинности документа представляет собой комплексную задачу, решение которой включает определение соответствия использованных материалов, полиграфического оформления и реквизитов образцу-эталону и соответствующим технологическим нормам, наличия в исследуемом документе требуемого комплекса элементов защиты. Экспертизу качества проводят методами их исследования в отраженном, проходящем и косопадющем свете с применением лупы, а также исследования в УФ-лучах.

Наличие окрашенных волокон в бумаге, их цвет и характер распределения в структуре бумаги определяли визуальным осмотром в отраженном свете с использованием лупы с десятикратным увеличением. В бумажном носителе подлинного бланка документа окрашенные волокна внедрены в бумажную массу, на поддельном бланке – могут быть имитированы цветными штрихами, нанесенными от руки или полиграфическим способом, либо размещены между склеенными листами подложки. В результате осмотра бумаги, наполненной разработанными люминесцентными волокнами, выявлено, что волокна достаточно равномерно распределяются в бумажной массе, хорошо заметны в отраженном свете.

Люминесценцию волокон в составе бумаги оценивали в затемненном помещении путем облучения поверхности документа УФ-светом. При этом с помощью лупы с десятикратным увеличением определяли наличие, спектральные характеристики волокон, их размеры, распределение по поверхности бумаги [3, с. 73–78].

Прерывистая окраска является одним из идентификационных признаков разработанных нами волокон. Затрудняет фальсификацию бумаги, наполненной такими волокнами, также специфическое строение волокон. Исследование бумаги, наполненной разработанными нами волокнами, в отраженном свете и в УФ-лучах показало, что эти волокна в отличие от волокон традиционного способа крашения (окрашенных в массу с последующим формованием или выдержкой в красильных ваннах) имеют несколько нечеткие очертания, которые сложно подделать известными способами фальсификации.

### Список использованной литературы

1. **Говязин, И. О.** Бумага для бланков ценных бумаг / И. О. Говязин // Цен. бумаги. – 2002. – № 5. – С. 54–58.
2. **Бланки** ценных бумаг и документов с определенной степенью защиты, документы с определенной степенью защиты. Термины и определения : СТБ 997-2011. – Введ. 28.11.11. – Минск : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 20 с.
3. **Корочкин, Л. С.** Способы защиты и идентификации ценных бумаг / Л. С. Корочкин. – Минск : Криптотех, 2003. – 116 с.